利用天敵防治蟲害技術

章加寶

行政院農業委員會苗栗區農業改良場

摘 要

利用天敵來防治害蟲的生物防治在古老的中國就已經被使用，由於農藥之使用所引起的農藥殘留、抗藥性、環境污染及危害野生動物等的副作用和環境問題，因此利用天敵防治害蟲更扮演重要的角色。現代害蟲的管理方式則以使用最少量的農藥達到安全有效的目的，因此藉由害蟲的生態知識、天敵的保育、飼育及釋放，結合各種防治方法而溶入作物管理系統而壓制害蟲於經濟為害界限之下則勢在必行。近年來更由於生態保育時代的來臨，且生物防治具有高生態選擇性的特性，亦與其他防治方法具相容性，因此天敵在生物防治上的利用成為最重要的項目。

本文僅就我國往昔及目前天敵研發及利用情形，再就國外天敵利用情形提出報告，因此藉由瞭解國外天敵大量繁殖技術之研發，比較台灣與國外天敵繁殖及利用、天敵釋放技術及防治效益評估，並以此作為我國生物防治工作之依據，建立多元化之防治技術，以整合性防治技術。

前 言

由於作物栽培之多樣化及新品種的引進等等因素，害蟲問題日趨嚴重，因之使用化學藥劑在所難免，然而卻造成藥害、抗藥性及農藥殘留等諸多問題，也因此引起人們對生物防治的重視，生物防治一詞首由美國學者於 1919 年提出，但是大規模的研究與應用則是晚近的事。生物防治上利用的天敵主要以捕食性及寄生性天敵為生物防治的主力，且在生態保育上扮演不可或缺的角色。

天敵資源有捕食性及寄生性昆蟲、昆蟲以外動物、病原微生物。以捕食性天敵之利用於害蟲防治為例，以中國的歷史最為悠久，西元 304 年，晉代嵇含所著的「南方草木狀」中記載，利用一種黃猄蟻（*Oecophylla smaragdina*）來防治柑桔角肩椿象，此乃世界最早利用天敵的實例。捕食性天敵之利用，在近代最具成效的如 1888 年在美國加州為防治吹綿介殼蟲（*Icerya purchase*）而從澳洲引進澳洲瓢蟲（*Rodolia cardinalis*），此為近代以捕食性天敵防治害蟲最成功的例子之一。吹綿介殼蟲在 1905 年曾在臺灣大發生，當時引進澳洲瓢蟲成功防治該蟲，此為在亞洲地區生物防治成功之第一例。

近年來，生物防治發展迅速，臺灣廣泛展開以蟲治蟲、以菌治蟲和的試驗研究。

根據聯合國 1980 年資料，全世界每年有 200 萬人農藥中毒，4 萬人死亡（周及申, 1990）。自 1940-1980 年四十年間，全世界農藥使用量增加十倍以上，但作物因害蟲之為害損失反自 7% 增至 13%。有識之士早在 1956 年成立國際生物防治組織（IOBC），其主要目的係聯合全世界生物防治工作者，促進全球生物防治及綜合防治研究與推廣，其下更成立六個區域性生物防治組織，遍佈全球。美國、蘇俄、泰國、中國及歐洲許多國家均已成立國家級生物防治研究所，諸如美國農業部成立生物防治組織，協調農業研究司的全國生物防治研究計畫。美國認為生物防治重要性的主因為在大量使用農藥後，滲透到地下水和污染食品，引起美國政府與人民的憂慮。另外，美國法律規定環保署有權力把市場上可能引起癌症的農藥全部淘汰，還有一條法律規定要保護珍稀動植物，包括益蟲等動物。因此美國對生物防治投入的人力及物力甚鉅。全美已有三十多州共設立七十多個以上的生物防治相關單位，知名大學諸如普渡、康乃爾、加州、佛羅里達、亞利桑那、馬里蘭、密西根、夏威夷、威斯康辛、愛阿華、蒙大拿等也在昆蟲系或相關單位也成立生物防治試驗研究及推廣部門。此外，美國農業部也分別在法國、義大利、澳洲、韓國、阿根廷、中國大陸設置海外生物防治實驗室。俄羅斯的生物防治單位有三十多個，最大的單位為國家生物防治研究所。在生物防治市場上，全世界有近百個生物防治公司，單就美國已有五、六十個生物防治公司在販賣天敵；在加拿大及歐洲也各有十幾家的天敵公司，法國、英國、荷蘭陸續成立天敵公司。德國 BASF 上市卵寄生蜂防治歐洲玉米螟，在法國、西德、義大利、瑞士等釋放效果甚佳。俄羅斯釋放天敵面積達二千萬畝。中國也生產四十種以上天敵，釋放面積達百萬畝。在非洲的南非、埃及、肯亞、馬拉威、摩洛哥亦大量釋放寄生蜂防治害蟲。由於天敵在生物防治上已累積龐大的研究及推廣能量，本文僅就我國往昔及目前天敵研發及利用情形，再就國外天敵利用，以荷蘭為例提出報告，供我國在天敵開發與應用上之參考。。

臺灣天敵昆蟲資源

天敵昆蟲主要可分為捕食性和寄生性兩大類。捕食性天敵有蜻蜓、螳螂、椿象、草蛉、食蟲虻、食蚜蠅、步行蟲、瓢蟲、蟻類、胡蜂類等等，其中瓢蟲、草蛉、螳螂、椿象及捕植蟎等較常被利用。寄生性天敵主要為寄生蜂和寄生蠅，如姬蜂總科包括小繭蜂科、小蜂總科、寄生蠅科等。其他天敵方面，在脊椎動物中，有多種魚類、兩棲類、爬蟲類、鳥類及哺乳類以昆蟲為食。其中消滅害蟲作用較大的是某些鳥類，其次是兩棲類、魚類、爬蟲類和哺乳類中的食蟲目和翼手目。在鳥類中取食昆蟲的益鳥有 7 目 15 科 23 種，其所捕食的昆蟲，可分為四類，即益蟲、農業害蟲、衛生害蟲、益害不明或無特殊經濟關係的種類。以養鴨除蟲及保護青蛙為例，養鴨除蟲在 1950 年代台灣光復初期，農家飼育鴨隻，在水稻收割後放鴨吃遺落稻粒，順便吃蟲，雖無生物防治之名，但已有生物防治之實。蛙類以捕食昆蟲和其他無脊椎動物為主，尤以昆蟲為多。病原微生物包括細菌、真菌、病毒、立克次氏體、原生動物及線蟲，應用比較廣泛的有蘇力菌、白殭菌、昆蟲病毒及線蟲。本文僅討論捕食性及寄生性天敵之利用。

臺灣有記錄的昆蟲不到兩萬種，在天敵昆蟲方面，根據羅及陳（1995）指出近三十年來，先後完成糧食作物水稻、玉米、大豆及甘薯；蔬菜、果樹包括柑桔、龍眼、荔枝、檬果、梨、葡萄、釋迦及其他特作包括茶、煙草、桑等作物之重要天敵資源調查。水稻害蟲主要為稻蝨類及縱捲葉蟲，稻蝨類寄生性天敵有 22 種，捕食性 17 種；縱捲葉蟲天敵有 25 種，其中最重要者為赤眼卵蜂（*Trichogramma chilonis*）。玉米害蟲主要為玉米螟天敵 5 種，玉米穗蟲天敵 3 種，玉米蚜蟲天敵 10 種；大豆害蟲天敵有 30 種；甘薯有 10 種；蔬菜重要害蟲有小菜蛾、紋白蝶、斜紋夜盜、擬尺蠖、桃蚜，天敵有 84 種，其中捕食性有 30 種，寄生性有 54 種。柑桔重要害蟲天敵有 100 種，龍眼 13 種，檬果 28 種，荔枝 20 種，楊桃 8 種，梨 9 種，茶 40 種。此外，有 200 種植物粉蝨其天敵有 20 種以上。以上總共計 476 種以上。近 20 年來臺灣學術研究機構引進天敵種類達 23 種。臺糖研究所自行引進天敵昆蟲 17 種，單就 1993 年農試所轉進引進寄生蜂 18 種。在休閒昆蟲方面蝴蝶的捕食性天敵昆蟲據何（1995）報告主要包括椿象類、蜂類、蟻類、草蛉類、螳螂類、蜻蜓類及虻類等 7 大類。椿象類單就益椿亞科就有 11 種；蜂類主要是狩獵蜂（*Rhychium brunneum*）、虎斑蜂（*Eumenos arcuata*）及虎頭蜂類（*Vespa* sp.）；蟻類及草蛉類主要捕食蝶類的卵及幼蟲；螳螂類、蜻蜓類及虻類常捕食蝶類成蟲。蝴蝶之寄生性天敵昆蟲據何等（1995）報告卵寄生性天敵昆蟲

主要為赤眼卵寄生蜂科（Trichogrammatidae）與跳小蜂科（Encyrtidae）；幼蟲寄生性天敵昆蟲分寄生蜂類及寄生蠅類，寄生蜂主要為姬蜂科（Ichneumonidae）、小繭科（Braconidae）及粗腿小蜂科（Chalcididae）。寄生蠅為寄生蠅科。總計已記錄蝶類之寄生性天敵昆蟲有 2 目 8 科 32 種。

臺灣天敵昆蟲資源往昔應用

一、澳洲瓢蟲（*Rodolia cardinalis*）

澳洲瓢蟲由素木得一於 1909 年自紐西蘭引進，大量繁殖後，釋放於田間，與本地的小紅瓢蟲（*Rodolia pumila*）共同防治吹綿介殼蟲（*Icerya purchase*），效果甚佳，吹綿介殼蟲目前屬無關緊要的害蟲（邱, 1966；陶, 1966）。

二、蒙氏瓢蟲（*Cryptolaemus montrouzieri*）

該種天敵昆蟲在美國商品化已 80 年歷史，由素木得一於 1909 年與澳洲瓢蟲一起自紐西蘭引進臺灣，經繁殖與釋放後，主要除捕食球粉介殼蟲外，亦能捕食其他近緣種，1980 年代初期，農試所已開發了大量繁殖技術（羅, 1997a）。

三、大十三星瓢蟲（*Synonycha grandis*）

臺糖利用本地之大十三星瓢蟲防治甘蔗綿蚜蟲（Ceratovacuna lanigera），大十三星瓢蟲之飼養以甘蔗綿蚜蟲、黃蚜蟲（Aphis sacchari）、竹筍蚜（Oregma bambusicola）或竹葉蚜（Trichoregma bambusifoliae）為食餌，在室內大量飼養，釋放時以初孵化之幼蟲或成蟲防治蚜蟲，釋放量幼蟲為每公頃 1,000-6,000 隻，成蟲為 200-800 隻，頗具成效（羅, 1997b）。

四、爪哇閻魔蟲（*Plaesius javanus*）

1938 年自爪哇引進，主要用於防治香蕉假莖象鼻蟲（*Odoiporus longicollis*）及香蕉球莖象鼻蟲（*Cosmopolites sordidus*），惜效果未經長期評估，目前未見其跡（羅, 1997b）。

五、亮腹釉小蜂（*Tamarixia radiate*）

1983 年自留尼旺島引進柑桔木蝨之天敵亮腹釉小蜂，目前此蜂已立足臺灣，並對柑桔木蝨具有顯著的寄生效果（錢, 1997）。

六、臺灣盲椿象（Cytorhinus mundulus）

1947 年利用該種天敵釋放甘蔗園，有效防治當時發生甚為嚴重的甘蔗飛蝨（*Perkinsiella saccharicida*）（羅, 1997b）。

七、花絨堅甲蟲（*Dastarcus longulus*）

為柑桔斑星天牛（*Anoplophora macularia*）的天敵，釋放成蟲於柑桔園，

其幼蟲可將斑星天牛幼蟲捕殺（張, 1966）。

八、粉蝨之寄生蜂

1995 年農試所自夏威夷引進寄生蜂 *Encarsia haitiensis* 及 *E. quadelopupae* 防治螺旋粉蝨（*Aleurodius disperses*），效果甚佳。該所亦大量繁東方蚜小蜂（*Erectocerus orientalis*）防治銀葉粉蝨（*Bemisia argentifolii*）（林, 1997）。此外近年來調查粉蝨類寄生蜂達 80 種以上。

九、釉小蜂（*Tetrastichus brontispae*）

1983 年臺灣自關島引進釉小蜂防治可口椰子紅胸葉蟲（*Brontispa longissima*），具有顯著防治效果（邱等, 1985）。

十、玉米螟寄生蜂

玉米螟之天敵主要有赤眼卵寄生蜂即 *Trichogramma chilonis*，*T. ostriniae* 及 *Trichogrammatoidea* sp.，其中以 *T. ostriniae* 寄生效果最優，目前主要為繁殖該蜂防治玉米螟（鄭, 1997）。

臺灣天敵昆蟲資源晚近應用

一、基徵草蛉（*Mallada basalis*）

草蛉是一種雜食性的捕食天敵昆蟲，已記載約 90 屬 1,400 種，有效種約在 1,200 種之譜（楊, 1988），能捕食葉蟎、蚜蟲類、粉蝨類、介殼蟲類、木蝨類，以及多種鱗翅目及鞘翅目昆蟲之初齡蟲及卵等。

臺灣以草蛉來防治害蟲者，有安平草蛉（*Chrysopa boninensis* Okimoto）防治桑木蝨（*Paurocephala psylloptera* Crawford）（李, 1979）、煙草桃蚜（*Myzus persicae* Sulzer）（倪, 1983）、茶害蟲（陳, 1991）；基徵草蛉（*Mallada basalis* Walker）已完成生活史（章, 2000）、食物（章及謝, 2005）、飼育技術（Chang and Hsu, 2006）及應用，諸如防治柑橘葉蟎（*Panonychus citri*（Mcgregar））（吳, 1992）、草莓神澤葉（*Tetranychus kanzawai* Kishida）及二點葉蟎（*T. urticae*（koch））（章及黃, 1995）與木瓜、蔬菜、花卉害蟲危害（章, 1997；2005a；2005b；2006；林及章, 1998；章等, 1998），頗具成效。草蛉的釋放以卵或幼蟲均可釋放於田間，可因地區及夏冬季的溫度差異調整釋放量，另以防治田間害蟲蟎的密度為依歸，在草蛉應用在害蟲防治上最初均用於一般作物上，種類甚多，近年來則應用在有機蔬果及其他不同作物上防治小型害蟲，作物主要包括網室木瓜、絲瓜、草莓、紅棗、印度棗、高接梨、蔬菜、柑桔、玫瑰，此外，還包括杭菊、金線蓮、蔬菜等。而防治的害蟲蟎主要為蚜蟲類和葉蟎類，此外尚包括薊馬類、介殼蟲類、粉蝨類的幼若齡蟲，或某些夜蛾類的卵。

二、東方果實蠅寄生蜂

東方果實蠅的生物防治，則以幼蟲寄生蜂及蛹寄生蜂為主，並已開發完成東方果實蠅幼蟲收集器及寄生蜂之量產技術。(黃及章, 2002；黃等，1998)。室內繁殖幼蟲寄生蜂其寄生率約 62%，每週約可繁殖 20 萬隻，因此開發改良更具省工之繁殖器材及產卵操作方法勢在必行。然而幼蟲寄生蜂雖只具遲效性，但對環境之衝擊最少，成蟲可自行尋找生活於果實中之東方果實蠅幼蟲為寄主，自然繁殖立足，在目前東方果實蠅猖獗時刻應可同時綜合數種防治方法，以最自然的手段，達到有效防治東方果實蠅。

三、瓢蟲

瓢蟲類可捕食蚜蟲、介殼蟲、薊馬、猿葉蟲等。田間應用主要為防治蚜蟲及介殼蟲。瓢蟲的食餌主要利用蚜蟲及介殼蟲來培養，蚜蟲可利用小麥草來培養或田間採集。介殼蟲以粉介殼蟲較易培養，可利用南瓜大量培養，飼養時宜以紗網隔離，以防寄生蜂入侵。將培育完成的蚜蟲或粉介殼蟲，置於瓢蟲養蟲箱，大量繁殖瓢蟲，目前培養的瓢蟲有大十三星瓢蟲、六條瓢蟲、七星瓢蟲、小紅瓢蟲及錨紋瓢蟲等，該蟲幼蟲捕食力強，具速效性，目前急需研究突破性有效的量產。

四、闊腹螳螂（*Hierodula patellifera*）

闊腹螳螂為大型的捕食性天敵，捕食力強，其捕食對象包括蝗蟲、蠅、蚊、蛾類等，目前利用培養的東方果實蠅、外米綴蛾成蟲來飼養螳螂，該蟲能快速捕食害蟲，在食物充足下能大量繁殖，在田間主要應用於有機甘藷葉的蝗蟲防治。目前已技術移轉民間。

五、黃斑粗喙椿象（*Eocanthecona furcellata*）

本種為粗喙椿象亞科，該亞科多為肉食性，該蟲分布印度、斯里蘭卡、泰國、緬甸、馬來西亞、菲律賓、中國大陸、臺灣，主要以鱗翅目幼蟲為食，在常溫下 1 個多月即可完成一代，全年約可繁殖 5-6 世代。成蟲的飼養方式可比照草蛉飼養方式，幼蟲食餌為家蠶、紋白蝶、斜紋夜盜等，亦可以蠅類幼蟲飼育，目前已推廣到田間用於防治斜紋夜盜、紋白蝶、猿葉蟲等（章, 2002；朱及朱, 1975；章及謝, 2001）。

六、曹氏小黑花椿象（*Orius sauteri*）

農試所利用曹氏小黑花椿象防治南黃薊馬（*Thrips palmi*），已建立大量繁殖技術，並已作田間初步釋放，防治效果甚佳（王, 1994）。

七、中華斑腿盲椿象（*Campylomma chinensis*）

中華斑腿盲椿象與曹氏小黑花椿象同為防治南黃薊馬的重要天敵，已建立大量繁殖技術，並已作田間釋放（王, 1994）。

國外天敵昆蟲資源應用—以荷蘭為例

近年來由於作物相的多樣性而有所改變，園藝作物變成主要栽培項目，一些新興害蟲因之紛紛崛起，尤其是葉蟎、蚜蟲、粉蝨、薊馬類及潛葉蠅等害蟲，此類害蟲體型小、生活史短，對殺蟲藥劑容易產生抗藥性，使得防治工作變得非常棘手，因此國外對該類害蟲的管理，往往是利用天敵防治，尤其在歐美對園藝作物害蟲的生物防治有先進之技術，有多種天敵均已商品化，普遍銷售給農民應用，效果卓越。對捕食性天敵如草蛉、食蟲椿象、螳螂、瓢蟲、捕植蟎及寄生性天敵如寄生蜂及寄生蠅等，均有量產之成熟技術，可供臺灣作為發展生物防治之借鏡。台灣目前對於該類害蟲天敵研究防治技術已有相當基礎，但在天敵量產、包裝及運輸方面仍有許多待突破的技術，因此如何開發量產設備及如何建立量產流程，同時研發天敵釋放方法及包裝與運輸等商品走向的技術，有利於日後台灣生物防治研究之發展，加速生物防治之推廣與應用。因此藉由瞭解國外天敵大量繁殖技術之研究及開發，比較台灣與國外天敵繁殖及利用，量產設備及流程，天敵釋放技術及評估防治效益，以突破台灣生物防治目前面臨的瓶頸，並以此作為我國生物防治工作之參考，俾建立多元化之防治技術，以推動整合性防治技術。

一、荷蘭天敵昆蟲研究主題

在荷蘭有關機關學校在天敵方面主題，包括下列各項。天敵捕食行為及遺傳變異。草食性昆蟲和天敵的族群動態及演化的策略。害蟲生物防治和綜合防治管理。天敵食物找尋和選擇行為的化學感覺基礎。草食性昆蟲寄主植物選擇。肉食性天敵昆蟲和寄主植物交互作用。農業害蟲和醫學昆蟲生物防治和綜合防治的開發。寄主植物抗性機制和生物防治的整合。植食性昆蟲和天敵昆蟲在單作和混作取食行為的研究。植物物資的知覺、行為和營養對寄生和寄主昆蟲評估和利用的影響。寄主氣味的鑑定和神經密碼。天敵取食行為的遺傳變異。天敵尋找行為的遺傳變異。寄生性天敵對寄主種類空間分布及取食策略的適應。果蠅聚集性費洛蒙誘引寄生蜂。植物對穀類害蟲寄生蜂搜尋行為與效力之影響。多層營養寄生蜂的搜尋行為。粉蝨生物防治。寄生性天敵恩蚜小蜂搜尋行為分析。觀賞植物害蟲生物防治。粉蝨及天敵在不同溫室氣侯的族群動態。天敵選汰基準的開發。煙草粉蝨寄生蜂的研究。赤眼卵蜂的選汰。捕食性及寄生性天敵對蘋果園蚜蟲的防治。寄生蜂繁殖的管理。寄生蜂在西方花薊馬生物防治的評估。利用病原真菌防治溫室粉蝨。粉蝨天敵的生物學。生物防治在歐洲的環境風險評估。倉庫害蟲的生物防治。寄生性天敵遺傳變異在鱗翅目害蟲生物防治上的應用。總共有三十多項主題。

（一）代表性的天敵研究計畫：

1.捕植蟎的研究計畫：

智利捕植蟎搜尋行為變異性研究，主要為研究多層營養系統組合方式，包括青豆、二點葉蟎及智利捕植蟎，結果顯示捕植蟎在植物受二點葉蟎為害時，被所釋放出的揮發性信息化學物質所誘引。目前研究主要目標區分捕植蟎易於受感染的品系，不易區分捕植蟎品系的消毒，微生物在其他捕植蟎的影響及微生物鑑定。目前已發展出利用生物檢定法來有效偵測病原，在病原出現時開發一套易行的分子技術及在量產天敵時開發一套預防和治療的有效策略。另外，以抗蟲植物來做生物防治，開發食草昆蟲和天敵在永續農業的農業生態系的功能計畫提昇永續作物保護的多樣性，該項計畫結合瓦�McNeil尼汗農業大學及農業中心與阿姆斯特丹大學的系統和族群生物學的科學家，著重病蟲草害的預防。捕植蟎的遺傳變異也是一個大型跨界研究計畫。

2.粉蝨生物防治的研究計畫：

粉蝨生物防治過去幾年集中在固定的幾項，在哥斯大黎加調查粉蝨的自然分布和其天敵寄生蜂的自然田間地位，粉蝨密度比溫室內低很多。比較取食寄主植物和蜜露對壽命和生殖力的影響也是研究重點之一粉蝨分布和密度和取食對寄生蜂生殖力與壽命的影響，可模式化以作為天敵適時尋找、取食和生殖的依據。並利用模擬方式來作為粉蝨和寄生蜂族群動態的不同生態學影響評估，由此可以預測粉蝨發生生態，以作為生物防治的依據。

3.溫室害蟲生物防治的研究計畫：

對於薊馬的防治係利用捕植蟎及小黑花椿象來防治；蚜蟲利用草蛉蚜、小繭蜂及食蚜虻防治；潛葉蠅防治則利用一種寄生蜂。此外，利用蘇力菌防治鱗翅目害蟲，該種生物防治的方法、方式有專家指導，有時也配合少量農藥，例如在番茄開花以前噴藥，開花後再釋放天敵。在荷蘭之設施內利用天敵等有效地控制害蟲侵襲，如全面採用 Koppert 公司提供之不同生物系統配方，防治不同的害蟲，如利用捕食性天敵 *Amblyseius cucumeris* 及 *Orius* 防治薊馬；利用寄生性天敵 *Encarsia formosa* 防治粉蝨；捕食性天敵智利捕植蟎（*Phytoseilus persimilis*）防治葉蟎；利用寄生性天敵 *Diglyphus isaea* 防治葉潛蠅；利用寄生性天敵 *Aphidius matricariea* 防治蚜蟲；利用一種癭蠅（*Gall midge*）*Aphidoletes aphidimyza* 防治蚜蟲。以胡瓜之薊馬防治為例，種植前先將土壤及溫室消毒，種植後設置黏蟲板誘殺薊馬，種植後兩週進行生物防治，當薊馬出現時，釋放小花椿象。番

茄粉蝨防治為寄生性天敵 *Encarsia formosa*。此外，同時設置黃色黏蟲板，誘殺粉蝨成蟲。

二、天敵公司介紹

主要介紹荷蘭 Syngenta bioline 及 Koppert biological systems 兩家生物防治公司，生物防治的利用方面主要包括天敵昆蟲的生產、包裝、儲存及該公司所輔導的溫室農場之天敵昆蟲利用情形，該兩家公司提供不同天敵昆蟲種類、包裝形式及配方，用於防治花卉、番茄、甜椒、胡瓜及茄子等不同農作物的害蟲及害蟎，成效良好，茲就其重點摘述如后。

（一）Syngenta bioline 公司：

Syngenta 是一個全球性的永續農企業組織，原先為具 250 年歷史的傳統工業轉型而來，具有強大的研發創新能力，主要著力點在於植物保護及商業種子市場兩大主軸。分布於 90 多個國家。2006 年營業額就有 81 億美元。單就研發部門在 2006 年就投資 8 億，占營業額的 10%。並且持續建立堅強的綜合技術平台來支援創新產品的開發。此平台促使產品的認証以符合高品質市場的需求，並有前瞻性的計畫加速該公司的動能。該公司已有全球化研究中心的網路，包括歐洲和北美。該公司的綜合管理包括三大主軸，即綜合農場管理（Integrated farm management, IFM）、綜合作物管理（Integrated crop management, ICM）及綜合有害生物管理（Integrated pest management, IPM）。在 Syngenta bioline 的生物防治系統主要是在溫室內利用其封閉、控制的條件，開發理想的環境來執行綜合作物管理（ICM），Syngenta bioline 是生物防治的企業組織，已經發展出綜合作物管理技術來監測商業溫室作物的害蟲密度，預測害蟲發生的情形，以此作為田間害蟲防治的依據。同時該公司也開發費洛蒙誘蟲盒作為早期監測西方花薊馬（*Frankliniella occidentalis*）之用。該種薊馬橫掃歐洲的切花、盆花、番茄、青椒，每年所造成的損失超過 1 億 2,000 萬元，該種誘殺器對於潛在害蟲的早期預測效果甚佳。在薊馬低密度時農民釋放南瓜捕植蟎（*Amyblyseius cucumerias*）能有效防治薊馬，如果費洛蒙誘殺器偵測薊馬達到危害的密度，農民可立即釋放該種捕植蟎防治薊馬。

Syngenta bioline 生物防治公司在荷蘭有多處據點，以在斯奇丹地區為例，在附近主要為近海的 Haven Hoek van Holland 地區，該公司輔導的作物 70％ 為花卉，30% 為青椒、番茄。例如 Uffelen, R. Mooijman b.v.及 Scholtes 三處溫室花卉農場，均為專業化生產，其設施均採用自動化設備，以降低生產成本，提高產品品質，並形成頗具規模的經濟效益，同時由於專業化的生產而間接促進專業領域的研究，使得農企業有足夠的發展空

間。

Uffelen 農場溫室面積占 4 公頃，全年可定量生產菊花，設施採自動化設備，菊花蟲害主要有蟎類、薊馬，種植後每公頃約設置藍色及黃色黏板各 10 個，用以監測薊馬及潛葉蠅類，以便隨時掌握田間害蟲密度而作必要的防治。菊花在種植後，由 Syngenta bioline 公司提供智利捕植蟎，用機械拉開長條型包裝來釋放天敵。若偵測害蟎密度過高，隨即用瓶裝智利捕植蟎，採用機械轉動方式釋放天敵。R.mooijman 農場溫室面積 2.5 公頃，種植非洲菊，發生粉蝨及潛葉蠅，則以捕食性天敵智利捕植蟎防治，同時設置捕蟲燈，捕捉蛾類害蟲，發現局部害蟲危害時則利用警示旗標示，加強防治，以避免害蟲擴散及危害。Scholtes 農場溫室面積 3 公頃，種植玫瑰花。害蟲蟎有薊馬、葉蟎、粉蝨，每四星期釋放一次加州捕植蟎，以懸掛方式釋放，每六星期釋放捕食性椿象防治薊馬，同時也以 *Amblyseius swirsuil* 及 *Amblyseius cucumeris* 兩種捕植蟎混合釋放防治粉蝨，利用天敵防治害蟲的費用，每平方公尺新台幣 10 元。

（二）Koppert biological systems 公司

Koppert biological systems 公司是國際上生物防治及授粉的重要領導者之一，自公司創立以來，開發和利用多種天敵防治害蟲及多種熊蜂為作物授粉。這種生物防治手段廣泛應用於蔬菜、花卉、盆栽、溫室植物、苗木培育、球莖花卉、菇類和果樹生產。該公司的國際團隊除了輔導生產者利用天敵防治田間害蟲，同時結合綜合防治管理和熊蜂授粉。為強化生產者能夠有效的利用天敵防治害蟲及熊蜂授粉，也開發一系列的生物防治產品和提供生產者快速而便捷的諮詢服務。因此該公司不停的從事生物防治和授粉的研發和生產，大規模生產天敵和授粉昆蟲。同時對於新害蟲即時反應，尋求解決方案，解決和改進天敵生產、包裝、運輸和監測害蟲方法。分公司，分布於英國、比利時、法國、義大利、西班牙、美國、加拿大、墨西哥、土耳其、肯亞、波蘭、摩洛哥、南非、紐西蘭。研究中心在荷蘭靠近鹿特丹的小鎮 Berkel en Rodenrijs，能夠快速的處理有威脅性的害蟲和改進天敵生產、包裝、運輸和監測方法。該公司強調害蟲綜合管理體系（Integrated pest management，IPM），以生物防治為主搭配化學防治作害蟲綜合管理，在溫室番茄於種植後開花前使用少量低毒的農藥防治一些害蟲，開花後全面利用天敵昆蟲來防治害蟲，使熊蜂授粉正常進行。在害蟲防治方法中 90％ 採用生物防治。

三、荷蘭溫室主要害蟲蟎及其生物防治

荷蘭溫室設施內蟲害防治主要以天敵為主力，如捕植蟎、草蛉、瓢蟲、

食蟲椿象、寄生蜂，另外配合黃色黏帶及誘蟲燈。此外，亦採用綜合農場管理（Integrated farm management, IFM）、綜合作物管理（Integrated crop management, ICM）及綜合有害生物管理（Integrated pest management,IPM）的方式，在作物栽培初期施用農藥，中後期加強天敵釋放，尤其是對番茄及青椒的病蟲害防治，以避免農藥殘毒，因此在實用上，整合出一套農藥與天敵及其他非農藥防治資材的完整推廣體系。其在生物防治的利用方面主要包括天敵昆蟲的生產、包裝、儲存及該公司所輔導的溫室農場之天敵昆蟲利用情形，該兩家公司提供不同天敵昆蟲種類、包裝形式及配方，用於防治花卉、番茄、甜椒、胡瓜及茄子等不同農作物的害蟲蟎，成效良好。此外，在設施內作物的授粉係採用釋放熊蜂的方式，尤其在開花期搭配天敵使用，可避免因施藥而毒害授粉昆蟲，此種模式可為我國在釋放天敵及授粉利用上之參考。

（一）粉蝨：

溫室粉蝨（*Trialeurodes vaporariorum*）及煙草粉蝨（*Bemisia tabaci*）是多種蔬菜和觀賞植物的主要害蟲，可採用寄生蜂和捕食性天敵防治粉蝨。寄生蜂有 *Encarsia formosa* 釋放時為寄生溫室粉蝨的蛹。*Eretmocerus eremicus* 為防治溫室粉蝨及煙草粉蝨。*Eretmocerus mundus* 為防治煙草粉蝨，以上三個天敵均為單種天敵包裝方式。此外，由 *Encarsia formosa* 和 *Eretmocerus eremicus* 組合用於防治溫室粉蝨及煙草粉蝨，由 *Encarsia formosa* 和 *Eretmocerus mundus* 組合，*Eretmocerus mundus* 和 *Eretmocerus eremicus* 組合，用於防治溫室粉蝨及煙草粉蝨。捕食性椿象 *Dicyphus hesperus* 用於防治溫室粉蝨和煙草粉蝨。另外一種捕食性椿象 *Macrolophus caliginosus* 也是防治溫室粉蝨和煙草粉蝨。捕植蟎 *Amblyseius swirskii* 用於防治溫室粉蝨、煙草粉蝨和各種薊馬種類。

（二）葉蟎：

葉蟎為以二點葉蟎（*Tetranychus urticae*）為主要害蟎。主要是利用捕植蟎及捕食性椿象的成蟲和若蟲捕食葉蟎。捕植蟎是利用智利捕植蟎（*Phytoseiulus persimilis*），加州捕植蟎（*Amblyseius californicus*），前者主要用於防治二點葉蟎，後者除了防治二點葉蟎外，也用於防治其他的葉蟎種類。捕食性椿象 *Macrolophus caliginosus* 被利用來防治二點葉蟎。此外，也利用癭蠅 *Feltiella acarisuga* 來防治各種蟎類。

（三）蚜蟲：

在溫室內危害最嚴重的首推桃蚜（*Myzus persicae*）、棉蚜（*Aphis*

gossypii）、馬鈴薯蚜（*Macrosiphum euphorbiae*）及溫室馬鈴薯蚜（*Aulacorthum solani*）。主要利用寄生蜂及草蛉防治該蟲。寄生蜂 *Aphidius colemani* 用以防治桃蚜、棉蚜。寄生蜂 *Aphidius ervi* 用於防治馬鈴薯蚜蟲及溫室蚜蟲。寄生蜂 *Aphelinus abdominalis* 防治對象為 *Aphidius ervio*。捕食性癭蠅 *Aphidoletes aphidimyza* 捕食各種蚜蟲種類。捕食性甲蟲 *Adalia bipunctata* 捕食各種蚜蟲種類。普通草蛉（*Chrysoperla carnea*）捕食各種蚜蟲種類。

（四）薊馬：

西方花薊馬（*Frankliniella occidentalis*）和蔥薊馬（*Thrips tabaci*）是主要的薊馬種類。主要是利用捕植蟎、捕食性椿象及線蟲來防治薊馬。捕植蟎 *Amblyseius cucumeris* 用來防治各種薊馬種類。捕植蟎 *Amblyseius swirskii* 可捕食各種薊馬、溫室粉蝨及煙草粉蝨。捕植蟎 *Hypoaspis aculeifer* 或 *Hypoaspis miles* 用於防治薊馬的卵及幼蟲。捕食性椿象為 *Orius* 屬的小黑花椿象類，有 *Orius majusculus*、*Orius laevigatus*、*Orius insidiosus* 或 *Orius strigicollis* 等四種，可防治各種薊馬。此外，也利用蟲生線蟲 *Steinernema feltiae* 用來防治薊馬幼蟲。

（五）潛葉蠅：

最常見有四種潛葉蠅，蕃茄潛葉蠅（*Liriomyza bryoniae*）、豌豆潛葉蠅（*Liriomyza muidobrensis*）、*Liriomyza trifolii* 和 *Liriomyza strigata*。主要是釋放寄生蜂，寄生蜂成蟲會產卵在潛葉蠅幼蟲身上或其附近。寄生蜂 *Diglyphus isaea* 寄生各種潛葉蠅種類。寄生蜂 *Dacnusa sibirica* 寄生方式及包裝方式同 *Diglyphus isaea*。此外，利用組合方式；即 90% *Dacnusa sibirica* 和 10% *Diglyphus isaea*，50% *Dacnusa sibirica* 和 50% *Diglyphus isaea*。

（六）真菌蕈蚊：

真菌蕈蚊（Sciaridae）和海濱蠅 shore fly（Ephydridae）在苗木介質中為主要害蟲，在菇類培養上也是干擾性昆蟲，同時引起直接的傷害。生物防治方式是利用線蟲由蕈蚊幼蟲的開口處進入取食並殺死幼蟲。此外，可利用捕植蟎成蟎和若蟎捕食其卵和幼蟲。生物防治上為蟲生線蟲 Steinernema feltiae，用以防治蕈蚊幼蟲。捕植蟎 *Hypoaspis aculeifer* 或 *Hypoaspis miles* 用於捕食蕈蚊的卵、幼蟲及蛹。捕食性甲蟲 *Atheta coriaria* 捕食蕈蚊及海濱蠅的卵、幼蟲及和蛹。

（七）介殼蟲：

天敵有蒙氏瓢蟲（*Cryptolaemus montrouzieri*）可捕食各種粉介殼蟲的

各蟲期。也可利用寄生蜂 *Leptomastix dactylopii* 寄生桔柑粉介殼蟲。

（八）蝶蛾類：

生物防治上可用蟲生線蟲 *Steinernema carpocapsae* 防治各種蝶蛾類幼蟲。也可用寄生蜂 *Trichogramma brassicae* 寄生某種蝶類的卵。

四 、 天 敵 公 司 販 賣 的 天 敵 及 利 用

（一）會聚瓢蟲 *Hippodamia convergens*：

該種天敵在美國及歐洲的天敵公司都有販賣，屬於溫帶系統的瓢蟲。主要取食蚜蟲、椿象、蘆筍甲蟲幼蟲、薊馬、象鼻蟲、豆薊馬，柯羅拉多馬鈴薯甲蟲、粉蝨、葉蟎及軟體昆蟲。

（二）瓢蟲 *Adalia bipunctata*：

瓢蟲 *Adalia bipunctata* 是荷蘭本土性天敵，能把已建立族群的蚜蟲快速壓下。在園藝作物中該種瓢蟲的成蟲和幼蟲均能捕食多數種類的蚜蟲，而且也可結合蚜蟲寄生蜂，尤其是結合 *Aphidius* 屬共同來防治蚜蟲。

（三）蒙式瓢蟲 *Cryptolaemus montrouzieri*：

蒙氏瓢蟲取食粉介殼蟲，該蟲廣泛應用於加州柑桔和葡萄產業防治柑桔粉介殼蟲，在西北太平洋區防治葡萄介殼蟲。該種天敵昆蟲商品化已有80年歷史，該種天敵成蟲或幼蟲均為粉介殼蟲的天敵，尤其是 *Pseudococcus sp.*。目前廣泛用於南歐，由於為該地原產，主要用於防治柑桔和其他果樹害蟲。北歐主要用於防治室內觀賞植物粉介殼蟲。

（四）普通草蛉 *Chrysoperla carnea*：

主要取食蚜蟲、介殼蟲、紅蜘蛛、葉蟬若蟲、蛾類卵、薊馬、粉蝨。幼蟲孵化後取食 1-3 週。成蟲取食蜂蜜、花粉和花蜜。普通草蛉幼蟲作為局部性常作為受蚜蟲為害作物的防治。其運送方式以卵或成蟲運輸。

（五）粉蝨寄生蜂 *Eretmocerus eremicus*：

該種寄生蜂為粉蝨 2 齡幼蟲的寄生蜂。使用時依田間粉蝨族群密度釋放寄生蜂，在粉蝨低密度時用少量天敵以預防其坐大。在陽光不強時釋放，效果較佳，因此當粉蝨發生時直接將天敵均勻的撒布在作物葉片上，而且撒布點要多，避免麥麩為鼠類取食及潮濕。

（六）恩蚜小蜂 *Encarsia formosa*：

該寄生蜂為防治溫室粉蝨優良的天敵昆蟲，也能防治煙草粉蝨。寄生蜂防治粉蝨時可配合黃色粘板偵測害蟲密度，釋放比率為一看到有害蟲發生的跡象就應釋放天敵，該寄生蜂可配合草蛉 *Chrysoperla carnea* 和另一種捕食性甲蟲 *Dicyphus hesperus* 防治粉蝨。

（七）粉蝨寄生蜂組合：

粉蝨寄生蜂有二種方式組合，一種由 *Encarsia formosa* 和 *Eretmocerus eremicus* 組合，另一種則純為前者寄生蜂。釋放時依粉蝨發生密度，在低密度作預防性釋放。*Encarsia formosa* 主要是寄生 3、4 齡粉蝨幼蟲。

（八）寄生蜂 *Trichogramma brassicae*：

能夠寄生 200 種以上害蟲的卵，包括蛀蟲類、尺蠖類、果蛾類、夜蛾類等多種蛾類的卵。開始釋放寄生蜂的時間應該在一看到有成蛾時就釋放。該種寄生蜂在生長季盡量提早釋放以達到最佳防治效果。*Trichogramma* 屬廣泛用於生物防治。

（九）蚜蟲寄生蜂 *Aphidius ervi*：

該種寄生蜂主要為防治蚜蟲 *Aulacorthum solani* 和 *Macrosiphum euphorbiae*，其次為 *Myzus sp.*，*Sitobion sp.*，*Schizaphis sp.*，*Acyrthosiphum sp.*等等。使用時，如果是預防性防治，每平方公尺釋放 0.1~0.5 隻成蟲。熱點釋放量可增加 5 倍。

（十）蚜蟲寄生蜂 *Aphidius colemani*：

該種小繭蜂主要寄生棉蚜 *Aphis gossypi*,桃蚜 *Myzus persicae* 及 *Myzus nicotianae*。其特點為易於使用，且由於瓶子小，方便運送及檢查，並附有糖水餵食環，使得天敵羽化佳，對於防治桃蚜及棉蚜預防性效果良好。

（十一）蚜蟲寄生蜂組合：

蚜蟲寄生蜂包括三種寄生蜂即 *Aphelinus abdominalis,Aphidius colemani* 和 *Aphidius ervi* 用於防治不同蚜蟲，其優點為在同一瓶內有三種蚜蟲天敵，因此所有重要蚜蟲有多重防治，該項組合至少可寄生 25 種以上蚜蟲，對於多種作物使用很理想，也不需鑑定蚜蟲種類去選擇所適用的天敵。

（十二）潛葉蠅寄生蜂 *Diglyphus isaea*：

Diglyphus isaea 是外寄生蜂，該種寄生蜂主要寄生溫室和野外作物潛葉蠅之幼蟲，特別喜歡攻擊潛葉蠅的幼蟲期，釋放時最好在清晨或黃昏。可用黃色黏板監測害蟲羽化期，以作為天敵釋放的依據。

（十三）潛葉蠅寄生蜂 *Dacnusua sibirica*：

能防治園特產作物上的潛葉蠅。釋放時每平方公尺 0.1-0.5 隻。在溫室內番茄田間發現潛葉蠅密度有 10 隻，每週釋放 1 隻寄生蜂。如果在 1 隻以下，每 3 棵植物每 2 平方公尺釋放 1 隻，冬天時，該蟲非常活躍。

（十四）捕食性椿象 *Podisus maculiventris*：

捕食對象為墨西哥豆甲蟲、擬尺蠖、紋白蝶。販賣時，以若蟲運送。

當害蟲出現時，每行距離 3-6 公尺釋放 100 隻若蟲。該種天敵在歐洲及美國的天敵公司的販售很普遍。而臺灣釋放的黃斑粗喙椿象分布於亞洲地區，其效果與該種天敵有同工異曲之妙。

（十五）小黑花椿象 *Orius majusculs*：

該種天敵主要用於防治西方花薊馬，其釋放時常在釋放捕植蟎 *Amblyseius cucumeris* 後釋放。其包裝方式為成蟲和末齡若蟲，並以蕎麥皮混合，每平方公尺釋放 0.5-1 隻天敵，運送和儲存過程保持在 5-10℃並避免陽光直射。

（十六）小黑花椿象 *Orius laevigatus*：

Orius 該屬對於薊馬、紅蜘蛛、蚜蟲和小型蛾類幼蟲效果佳。*Orius laevigatus* 主要防治西方花薊馬 *Frankliniella occidentalis*。另一種小黑花椿 *Orius insidiosus* 來自北美，廣泛釋放於荷蘭，其他歐洲地區有所限制。另一種小黑椿象 *Orius majusculus* 也是用於防治西方花薊馬。

（十七）小黑花椿象 *Orius insidosus* ：

防治薊馬的好手，具有高比率成蟲，易在有花粉的作物上立足。本種天敵來自北美，已經廣泛釋放於荷蘭，但歐洲其他地區則受限，例如英國就不允許釋放。主要防治對象為西方花薊馬，而經常在釋放 Amblyseius cucumeris 後，再釋放該蟲。

（十八）蚜蟲捕食蚋 *Aphidoletes aphidimyza*：

羽化的天敵在蚜蟲群落附近交配和產卵，幼蟲孵化後取食各型蚜蟲。具有易於使用及偵測寄主的能力。該種天敵易為蚜蟲蜜露吸引而取食，幼蟲會咬蚜蟲的腳並注入麻醉液，在成熟前只會捕食一些蚜蟲。

（十九）蚜蟲寄生蜂 *Aphelinus abdominalis*：

主要防治是蚜蟲幼蟲，如 *Macrosiphum euphorbiae* 和 *Aulacorthum solani*。特別是防治蚜蟲 *Macrosiphum euphorbiae* 的 2 齡及 3 齡幼蟲，特別有效。通風瓶蓋和糖水餵食環使得成蜂能在玻璃內存活。

（二十）外寄生蜂和內寄生蜂：

外寄生蜂 Diglyphus isaea 和內寄生蜂 *Dacnusa sibirica* 主要為寄生潛葉蠅 *Liriomyza* sp. 包括 *Liriomyza huidobriensis* 和菊花潛葉蠅 *Chromatomiya syngenesiae*。其中 90% Dacnusa，10% 為 Diglphus。其特色為防治潛葉蠅種類範圍廣。外寄生蜂生活在害蟲附近並取食害蟲，內寄生蜂則在寄主體內發育。

（二十一）智利捕植蟎 *Phytoseiulus persimilis*：

二點葉蟎和其他蟎類為該捕植蟎的目標害蟎，低密度時，立即釋放天

敵。該種捕植蟎在濕度高於 60% 乃能存活，特別是卵期。釋放時可結合其他捕植蟎共同使用。捕植蟎成蟎和幼若蟎取食二點葉蟎成蟎和卵。尤其在春天時，捕食甫由休眠成蟎或秋天要進入休眠的成蟎。

（二十二）加州捕植蟎 *Amblyseius californicus*：

該捕植性天敵能忍受長期飢餓，包裝時是混合玉米碎的加州捕植蟎。主要是防治二點葉蟎和赤葉蟎。較熱或較乾的地點，智利捕植蟎不易防治葉蟎，可以該蟎代替，有些殺蟎劑和加州捕植蟎可相容。

（二十三）捕植蟎 *Amblyseius cucumeris*：

通常產卵於植物葉背，主要取食花粉、卵和小薊馬。運送時混合粒狀物質像麥麩等，防治的害蟲包括胡瓜、青椒、草莓、玫瑰、番茄及其他花卉植物上面薊馬及紅蜘蛛。釋放時應在薊馬或紅蜘蛛出現時或出現之前。捕植蟎可防治害蟎外，有些捕植蟎還可防治薊馬、菇類癭蠅、火蟻等。

（二十四）捕植蟎 *Amblyseius degenerans*：

該種捕植蟎用於防治北歐甜椒西方花薊馬，由於體型大且深色而發生非常普遍。其來自地中海地區和北非，對於小型食餌獵捕及搜尋能力非常活躍。在荷蘭和英國的溫室甜椒防治效果良好。

（二十五）捕植蟎 *Amblyseius montdorensis*：

原產地為澳洲，捕食範圍廣泛，能捕食薊馬、二點葉蟎、銹蟎和寬蟎，特別是推廣用於西方花薊馬的防治。其特色為新而具侵略性的薊馬捕食者，其捕食量為其他 *Amblyseius* 屬的兩倍，產卵量也較多，族群內雌蟎較多，在熱或濕環境下較其他捕食者理想。

（二十六）捕植蟎 *Hypoaspis miles*：

是一種微小的捕植蟎。成蟎棲息於土壤表面上層，若蟲和成蟲取食土棲昆蟲，主要捕食菇類蕈蠅幼蟲和落於地面化蛹之薊馬。販賣時各蟲期混合添充物，保持在室溫，不必冷藏。防治對象為胡瓜、蕃茄、青椒及觀賞植物上的土棲昆蟲，包括蕈蠅、薊馬、蟎類和其他土棲昆蟲。

（二十七）捕食性 *Atheta coriaria*：

該種捕食性天敵特別喜歡捕食蕈蚊 Sciaridfly,*Bradysia paupera* 和 Shorefly,*Scatella* spp.和大多數節肢動物。能快速活動和捕食，具有侵略性捕食行為，可混合卵、幼蟲、蛹、成蟲四者販賣，可潛伏在介質下。在歐洲發生普遍而且易立足。

（二十八）捕食性 *Macrolophus caliginosus*：

該種天敵為新近增加到 *Encarsia 和 Eretmocerus* 兩種寄生蜂的防蟲天

敵，共同對抗粉蝨族群，特別是蕃茄和茄子。該種天敵對於粉蝨的 *Bemisia sp.*和 *Trialeurodes sp.*具有機動性和攻擊性。其各期能捕食粉蝨，如果提早釋放則易於立足。在包裝上對於濕度、食物、遮蔽物均設計得很適當，因此到農民手上易於判別其品質。

（二十九）捕食性癭蠅 *Feltiella acarisuga*：

該種天敵幼蟲取食二點葉蟎和赤葉蟎。包裝方式為每瓶有 250 隻成蟲。成蟲不捕食害蟲，只取食蜜水，主要以幼蟲捕食葉蟎，也只能在食餌出現時才能立足。在短日照時會滯育。儲存和運送保持在 10-15℃，避免陽光直射，且在接到天敵後 18 小時內釋放。

以上僅就捕食性及寄生性天敵提出報告，另外荷蘭也利用微生物、誘殺燈、藍色、黃色粘板、大蒜精、殺蟲肥皂、性費洛蒙防治害蟲等等。該等非農藥防治法均可配合天敵的應用。

歐洲及北美冬季天氣寒冷，害蟲密度下降，作生物防治容易成功，此應為臺灣與歐美生物防治時應特別注意的事項。在荷蘭的溫室或網室可利用生物防治及釋放熊蜂授粉。其他農作物除可利用天敵外，亦可利用休耕、輪作等等方式來防治蟲害，台灣耕地狹小，一年四季害蟲均可存活。近年來由於耕作相改變，園藝作物變成主要栽培項目，一些新興害蟲因之紛擾，對殺蟲藥劑容易產生抗性，使得防治工作變得非常棘手，因此國外對該類害蟲的管理，往往是利用天敵防治，尤其在歐美對園藝作物害蟲的生物防治有先進之技術，有多種生物天敵均已商品化，普遍銷售給農民應用。

荷蘭對天敵均有量產之技術，可供我國作為發展生物防治之借鏡。我國目前對於該類害蟲生物天敵防治技術已有相當基礎，但在量產天敵方面仍待技術突破，因此如何開發量產設備及如何建立量產流程。近年來小型昆蟲紛紛崛起，尤其是蟎類、蚜蟲、粉蝨、薊馬類等害蟲，此類害蟲體型小、生活史短，其防治甚為棘手。

生物防治有其優缺點，是推廣之瓶頸，尤其是其遲放性，當害蟲大發生時，已失其制敵先機，因此建議以後害蟲生物防治時應在發生初期即開始。釋放天敵成本需降低，農民才易接受，因此開發量產技術，如天敵自動化生產等省工技術應加強進行。

結　語

以天敵防治害蟲或害蟎時，應注意田間害蟲蟎及害蟎密度，尤其低密度時效果最佳，除可放少量天敵外，效果顯著，若到高密度時，要大量天敵，不但浪費天敵，而且植物本身已被害蟲為害，這一點在釋放天敵時應特別注意。釋放天敵之時機應特別注意外，防治時田間害蟲密度，應參酌其他因素如商品價值、作物受害部位、時間、地區等而有所變動。因此，釋放天敵時應注意田間氣候、食餌密度與益害比，故害蟲經濟為害界限、釋放天敵之時機與數量、田間天敵密度能否壓抑害蟲族群及取樣方法等均為往後研究的重要課題。

永續性農業是世界的趨勢, 因此天敵昆蟲扮演舉足輕重的地位，更由於生物防治具有除害增產兼顧自然保育，維護生態環境，節省和降低生產成本等效果，因之在以往集約式農業制度為便於經營管理，使得農業生態系繁異度降低，造成害蟲快速繁殖，仰賴化學藥劑防治蟲蟎結果卻造成抗藥性、殘毒等諸多問題，使吾人重新認識天敵及發展生物防治的重要性，人們對自然環境保育和農產品安全的考慮，使得天敵昆蟲在生物防治上利用及生態效益上益形重要。在綜觀目前世界各國對天敵研究與推廣的進展及成果，可以肯定利用其防治農作物害蟲深具潛力，在整個生物防治或綜合防治舞台上將扮演吃重角色，隨著有關研究及推廣投資，吾人對其瞭解與日俱增，未來其利用效益的提昇空間深具潛力。今後除天敵有關試驗外，尚須繼續研究管理其對象害蟲族群所需的一些生態資料如應防治之密度、釋放天敵之時機與數量、田間天敵密度能否壓抑害蟲族群及取樣方法。未來除了技術層面外，更應突破以往巢穴，使農民有使用者付費之觀念，由農民直接投放天敵，因為只有農民本身才知道自己田間害蟎分布情況，同一塊田，可因不同方位依害蟲密度之不同投放不同量之天敵，所以利用天敵防治害蟲具有降低防治成本、避免環境污染、果品殘毒、提高品質及對農民及消費者提供安全保障等優點。

引用文獻

朱耀沂、朱清玫。1975。黃斑粗喙椿象生活習性及溫度對其發育影響之研究植保會刊 17(1):99-114。

李學進。1979。台灣桑木蝨與其捕食性天敵—安平草蛉之生物特性及棲群生態。中興大學碩士論文。69 頁。

何健鎔。1995。臺灣蝴蝶的捕食性天敵。自然保育季刊 11：36-39。

何健鎔、楊平世、周樑鎰。1995。臺灣蝴蝶的寄生性天敵。自然保育季刊 12：

31-36。
林俊彥、章加寶。1998。天敵昆蟲大量繁殖與應用 農業生態研討會。101-111 頁。
周建正、申茂向。1990。發展中國家害蟲生物防治的一些動態。生物防治通報 7(1)：7-9。
邱瑞珍。1966。臺灣農作物害蟲之生物防治。臺灣植物保護工作昆蟲篇。11-22 頁。
邱瑞珍、賴博永、陳炳輝、陳仁昭、蕭榮福。1985。可口椰子紅胸葉蟲寄生蜂之引進繁殖與釋放試驗。中華農業研究 34：213-222。
倪秀華。1983。菸草桃蚜及其天敵安平草蛉生活史、捕食量及棲群增殖率之研究。中興大學碩士論文。64 頁。
張書忱。1966。斑星天牛生物防除試驗之初步報告。興大昆蟲學報 5：1-9。
陶家駒。1966。柑橘害蟲。臺灣植物保護工作昆蟲篇。137-188 頁。
陳惠藏。1991。安平草蛉生態及應用研究。臺灣茶葉改良場年報 80：39-41。
章加寶。1997。天敵昆蟲草蛉在有機農業害蟲防治上的利用。有機農業科技成果研討會專刊 pp.135-147。台中區農業改良場編印。
章加寶。2000。基徵草蛉生活史及溫度對其發育之影響。中華昆蟲 20：73-87。
章加寶。2002。黃斑粗喙椿象大量飼養與應用。農作物害蟲與害蟎生物防治研討會 台灣昆蟲特刊 3:175-181。
章加寶。2005a。有機農業栽培作物蟲害管理~談非農藥防治法。花蓮區有機農業生產技術研討會。289-307 頁。
章加寶 。2005b。天敵在有機蔬菜管理上之應用。花蓮區有機農業生產技術研討。315-326 頁。
章加寶。2006。有機作物蟲害管理技術。有機農業品生產技術及經營管理研討會 嘉義大學 40-57 頁。
章加寶、黃勝泉。1995。釋放基徵草蛉防治草莓園葉蟎之效益評估。植保會刊 37:4-58。
章加寶、謝豐國。2001。黃斑粗喙椿象對數種食餌捕食量測定。臺灣昆蟲 21:257-267。
章加寶、謝豐國。2005。不同食物對基徵草蛉（*Mallada basalis*（Walker））壽命及生殖力之影響。台灣昆蟲 25：1-12。
章加寶、吳子淦、張瀛福 。1998。捕食性天敵昆蟲草蛉飼養與利用。害蟲生物防治及生物技術研討會。77-89 頁。
黃勝泉、章加寶。2002。東方果實蠅幼蟲收集器開發及其蛹寄生蜂量產技術。

昆蟲生態與瓜果實蠅研究討會專刊。植保學會特刊。.121-129 頁。
黃勝泉、章加寶、李文蓉。1998。東方果實蠅寄生蜂大量繁殖技術。台灣果實蠅防治研討會 226-232 頁。
彭以坤。1985。釋放中華草蛉作為綜合防治桔全爪蟎的一項措施。生物防治通報 1(1):2-7。
楊集昆。1988。我國富饒的草蛉資源對保護利用及世界草蛉區系的意義。生物防治通報 4(3)：131-136。
鄭文義。1997。赤眼卵蜂在臺灣之利用。昆蟲生態與及生物防治研討會專刊。中華昆蟲特刊 10:131-143。
錢景泰。1997。寄生蜂之寄生策略與防治效果之關係。昆蟲生態與生物防治研討會專刊。中華昆蟲特刊 10:91-118。
羅幹成。1997。捕食性天敵在臺灣的利用與展望。昆蟲生態與生物防治研討會專刊。中華昆蟲特刊 10:57-65。
羅幹成。1997b。害蟲生物防治之回顧與展望植保會刊 39：85-109。
羅幹成、陳秋男。1995。臺灣農作害蟲生物防治近二十年之進展。植保會刊 37(4)：357-380。
Chang, C. P., and L.R. Hsu. 2006. A new-type of water-feeding device for massive rearing of the green lacewing, *Mallada basalis* (Walker). Plant Proct. Bull. 48(3):253-258.

Utilization of Natural Enemy for the Control of Insect Pest

Chia-Pao Chang

Miaoli District Agricultural Research and Extension Station
Council of Agriculture, Miaoli,Taiwan, R.O.C.

Abstract

Biocontrol of agricultural pests is an old but very sound practice. It was practiced by the early Chinese. Conventional pesticides, used on a long term and heavy dose to control pests, are meeting with increasing undesirable side-effects and environmental problems, e. g., pesticidal residual, environmental contamination and the damage to wildlife *etc*. The utilization of natural enemies for the control insect pests will play an important role. Thus, modern insect pest management aims at minimal use of insecticides and to achieve safer and more effective control of insect pests through ecological knowledge of the pests, preservation ,rearing and release of their natural enemies, as well as developing various control measures which can be integrated into crop system to suppress the pest populations below economic damage levels. Recently, owing to the coming of the age of ecological conservation, biocontrol is found to possess their properties of high ecological selectivity, and big compatibility with different control agents. The utilization of natural enemy for the control of insect pests became to be emphasized items. Therefore, the purposes of this paper is to report the past and recent research and development of the application for the natural enemies in Taiwan. Under the cooperation with foreign research institutes, we will work on the exploitation and improvement of biocontrol, and will deeply improve the techniques of field evaluation and mass release of natural enemy for insect pest control. Finally, compare the farm system of foreign country which has temperate climate with the farm system of Taiwan which has tropic and subtropic climate, try to explore their properties and differences, and to find their effects on the availability of natural enemy. The results may offer a few ideas to improve biocontrol application in Taiwan.